

Н. Л. ШЕЛКУНОВА, аспірант УПА, Харків

**ВНЕСОК ПРОФЕСОРА Г. Я. АНДРЕЄВА В РОЗВИТОК
ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАЛЬНО-РОЗБИРАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ У 50-х–70-х рр.
XX ст.**

У статті розкрито науковий доробок професора Г. Я. Андрєєва в розвиток технології складально-розбиральних процесів у з'єднаннях із натягом. З'ясовано та висвітлено невідомі факти його наукової та трудової діяльності.

Ключові слова: машинобудування, складально-розбиральні процеси, Г. Я. Андрєєв, колісна пара, індукційний нагрів

Вступ. Важливе значення для розвитку технології машинобудування мають технології складально-розбиральних процесів у з'єднаннях з натягом. Протягом 50-х – 70-х рр. XX ст. відносна трудомісткість складальних процесів зросла, у зв'язку з тим, що методи отримання заготовок та способи механічної обробки удосконалювалися швидшими темпами. [1, с. 5].

У складальних процесах застосування посадок з гарантованим натягом має свою давню історію та поширене у всіх галузях промисловості. У машинобудуванні нерухомі з'єднання мають такі різновиди: а) пресове з'єднання циліндричних деталей (валу та втулки), коли вал з'єднується з втулкою під великим тиском на спеціальних гідравлічних пресах або на інших видах пресового устаткування; б) з'єднання, що складаються за допомогою нагріву деталі, яка охоплює (втулка), з подальшою вільною посадкою валу в отвір втулки, яка при охолодженні міцно охоплює вал; в) з'єднання за допомогою охолодження деталі, що охоплюється (валу), при цьому діаметр валу зменшується в розмірі, що дозволяє вільне збирання його із втулкою і подальшим скріпленням після вирівнювання температур деталей.

Вказані види нерухомих сполучень мають практичне застосування в усіх галузях машинобудування. Пресові з'єднання мають найбільш широке застосування у транспортному та важкому машинобудуванні. Характерним прикладом цього є паровозні, вагонні, трамвайні, тепловозні і електровозні колісні пари, де вісь сполучається з колісним центром за допомогою пресової посадки [2].

Історіографія. Питання механічного запресування і розпресування на початку XX ст. в науковій технічній літературі розглядалися В. А. Добровольським [3], М. П. Зобніним [4]. А. М. Мелькуновим і

А. Ф. Замкевичем [5]. Гідропресовий спосіб висвітлювався в працях А. С. Зенкіна, Б. М. Арпентьєва [6], О. В. Мордвінцева [7], Л. П. Манюка [8]. Складання з використанням термовпливу, описане М. П. Новіковим [1], А. Ф. Лесохи́ним [2]. Усі ці процеси розглянуті в літературі з точки зору технології, тобто виявлені недоліки та переваги технологічного процесу. Історичні аспекти складальних процесів з'єднань з натягом були лише згадані М. А. Савері́ним [9], проте окремого наукового дослідження присвяченого складально-розбиральним процесам в літературі, на жаль не існує.

Одним із провідних науковців у галузі складально-розбиральних процесів у з'єднаннях з натягом із використанням індукційно-теплової дії є професор, доктор технічних наук, Заслужений працівник вищої школи України – Георгій Якович Андрєєв. На жаль його внесок у розвиток галузі техніки розкрито в літературі досить фрагментарно.

Мета статті: Опираючись на доробок попередніх досліджень та залученням архівних матеріалів розкрити внесок професора Г. Я. Андрєєва в технологію складально-розбиральних процесів у з'єднаннях з натягом з використанням індукційного нагріву.

Г. Я. Андрєєв народився 30 квітня 1910 р. у с. Лавровка Шульгінського району Тамбовської губернії в багатодітній селянській родині. 1926 р. Георгій Якович переїхав до Луганська та вступив на паровозобудівний завод учнем слюсаря. Без відриву від виробництва навчався у вечірній школі, потім у вечірньому робітничому університеті (робітфаку), а з 1929 р. – на підготовчих курсах Луганського вечірнього машинобудівного інституту, який у 1933 р. об'єднано з Харківським механіко-машинобудівним інститутом. Ще студентом четвертого курсу вечірнього інституту його призначено на посаду заступника директора з нової техніки Луганського паровозобудівного заводу. Наприкінці 1933 р. став начальником прольоту, в якому виготовляли букси для коліс і колісні пари для паровозів. Так розпочалася інженерна діяльність Георгія Яковича, яка надалі зіграла важливу роль в його становленні як вченого. Молодий інженер проявляв творчий підхід до вирішення складних технічних питань при створенні потужних вантажних магістральних паровозів серії «ФД» і пасажирських – серії «ІС» [10, с. 5].

У серпні 1942 р. Г. Я. Андрєєва призначено головним інженером Коломенського машинобудівного заводу, а з 1943 р. до 1946 р. – директором того ж заводу. У липні 1944 р. колективу заводу за успішне виконання завдань Уряду по випуску металургійного устаткування та боеприпасів було вручено орден Трудового Червоного Прапора. Ще до закінчення Вітчизняної

війни завод за нетривалий час організував виробництво мирної продукції для відновлення зруйнованого народного господарства, зокрема у 1944 р. була випущена перша шахтна підймальна машина для Донбасу [10, с. 7].

Протягом 1946–1950 рр. Андреев Г. Я. – директор Харківського турбогенераторного заводу. Він неодноразово нагороджувався за удосконалення технології та скорочення циклу виготовлення турбін, організацію виробництва спеціальних машин [11, с. 3].

У 1950 р. Г. Я. Андреев перейшов на викладацьку роботу до Харківського інженерно-економічного інституту та одночасно займався науковими дослідженнями. У 1953 р. він захистив кандидатську дисертацію за темою «Дослідження теплового з'єднання колісних пар» [10, с. 42].

З 1954 р. до 1964 р. Андреев займав посади завідувача кафедри технології гірничого машинобудування, декана факультету електромашинобудування, проректора з наукової роботи Харківського інституту гірничого машинобудування, автоматики та обчислювальної техніки. 1961 р. за заслуги у підготовці фахівців і розвиток науки Г. Я. Андреева нагороджено медаллю «За трудову доблесть». 1962 р. – затверджено у вченому званні професора [12, с. 9, 32, 40].

З 1964 р. до 1978 р. Г. Я. Андреев – ректор Українського заочного політехнічного інституту, професор кафедри технології машинобудування, науковий керівник лабораторії «Автоматизації технологічних процесів у машинобудуванні (АТПМ) та лабораторії «Нових матеріалів МВССО УРСР». 1966 р. Георгій Якович за наукову працю та видання монографії «Теплове складання колісних пар» [13]. отримав науковий ступінь доктора технічних наук. 1967 р. за заслуги в підготовці фахівців і розвиток науки Г. Я. Андреева нагороджено орденом «Знак Пошани». 1970 р. за багаторічну працю на виробництві та у вищих навчальних закладах, значний внесок у розвиток вищої освіти УРСР отримав почесне звання «Заслуженого працівника вищої школи УРСР». В 1963, 1964, 1973 рр. його нагороджено золотими медалями виставки досягнень народного господарства (ВДНГ) за розробку технологій і комплексу обладнання для теплового складання та розбирання з'єднань з гарантованим натягом [12, с. 57].

Як згадувалось вище, Г. Я. Андреев розпочав свою наукову роботу ще на початку 50-х рр. – уперше застосувавши теплову дію при формуванні колісних пар для транспортного та важкого машинобудування. Перші результати досліджень були оприлюднені у статті: «Новое в производстве колесных пар» 1951 р. [14]. 1952 р. отримав авторське свідоцтво «Способ

формування залізничних, трамвайних та інших колісних пар». Метою винаходу було усунення пошкодження поверхонь, що сполучалися, підвищення надійності та міцності з'єднання колеса з віссю, при одночасному зменшенні натягу та прискоренні виробничого процесу. Формування колісних пар здійснювалося безпресовим, безшпонковим сполученням, шляхом установки холодної (при цеховій температурі) вісі в отвір маточини колеса, розширений нагрівом на 0,18 – 0,25% його номінального діаметру, що відповідає номінальному діаметру вісі, яка вставляється. Нагрів колеса проводився в електронагрівальній печі протягом 25 – 30 хвилин за температури 180 – 250°C, з автоматичним контролем за допомогою теплового реле. Георгієм Яковичем доведено, що на зрушення та прокручування теплове з'єднання значно надійніше за пресове [15].



Рис. 1. Стенд для розформування колісних пар типу ІНУ-2.

Наприкінці 1956 р. за ініціативою директора Уралвагонзаводу І. В. Окунева та керівника експериментального сектору відділу головного конструктора заводу А. М. Хорхорина, Г. Я. Андрєєвим спільно з представниками Всесоюзного науково-дослідного тепловозного інституту (ВНДТІ) сформовано перший експериментальний маршрут із 200 колісних пар, зв'язаних тепловим методом. У процесі формування дослідної партії колісних пар за пропозицією Г. Я. Андрєєва та за його керівництва проведено додаткові дослідження щодо глибокого вивчення процесу сполучення колісного центру з віссю. У березні 1958 р. у м. Нижній Тагіл на «Уралвагонзаводі» проведено огляд дослідного експериментального маршруту за раніше затвердженою програмою досліджень.

Результати, отримані ВНДТІ, підтвердили висновки Г. Я. Андрєєва про переваги теплового методу формування колісних пар [13, с. 8].

Необхідність ремонту зношених колісних пар вимагала нового підходу до процесів розбирання. Першим досвідом індукційно-теплового методу розформування колісних пар, став стенд типу ІНУ-2 (рис. 1), розроблений і виготовлений 1961 р. співробітниками Харківського гірничого інституту [16]. Випробування стенду проводилися 26 березня 1961 р. на Харківському вагоноремонтному заводі [17, с. 152]. Цей метод розформування дав

можливість збільшити термін служби осей, оскільки робив неможливою появу задирів і пошкоджень підматочинних частин осей, а також виключав деформації різьбової частини вісі, що мало місце при пресовому розформуванні. Індукційно-тепловий метод розформування колісних пар як в закордонній практиці, так і на заводах СРСР до цього часу не застосовувався.

На адресу Г. Я. Андрєєва надходили пропозиції про впровадження індукційно-теплого методу, які реалізовано на машинобудівних підприємствах: Дарниці, Конотопа, Нікополя, Дніпропетровська, Тихорецька, Москви, Пермі, Казані, Риги [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26]. У результаті проведеної роботи з вивчення якості теплового з'єднання та способів його здійснення з'ясувалося, що цим способом можуть з'єднуватися не лише колісні пари, а й інші деталі машин у різних галузях машинобудування: колеса копальневих вагонеток, колеса електровозів, думпкарів, ланки ескалаторів, трамвайні колеса, деталі літаків, тощо.

На багатьох підприємствах СРСР до 90-х рр. XX ст. складання-розбирання з'єднань з натягом здійснювалося трудомістким способом. Так, наприклад, на Бакинському машинобудівному заводі в 1973 р. устаткування для Індукційно-теплого складання забезпечили високу якість з'єднань підшипникових вузлів, замість використання електромастильних ванн і пресу. Застосування пристрою для теплового складання з'єднання «шестерня-втулка підшипник-ковзання» із внутрішнім охолодженням дозволило усунути додаткову операцію пригону втулки до валу. При цьому, нагрів деталі прискорився, скоротився цикл виробництва, знизилася витрати та вартість спожитої електроенергії, скоротилася трудомісткість складання. Впровадження верстату дозволило автоматизувати процес теплового складання підшипникових вузлів ковзання, в 10–15 разів підвищило швидкість нагріву шестерень коробок передач агрегатів нафтопромислів, а продуктивність складання з'єднань порівняно із застосуванням запресовування зросла на 30–50%. Міцність з'єднань «шестерня-втулка підшипник-ковзання» збільшилася в 2–2,5 рази, порівняно з міцністю при використанні методу запресовування. Складально-охолоджувальний пристрій, застосований у верстаті, забезпечив підвищення точності складання та якості з'єднань, не порушуючи початкову геометричну форму втулки та її робочого отвору [27, с. 13].

Багато підприємств співпрацювали з УЗПІ впродовж тривалого часу. Одне з них – Даугавпільський локомотиворемонтний завод (ДЛРЗ), співпраця з ним розпочалася в 1978 р. На основі проведених досліджень на ДЛРЗ в 1981 р. розроблено складальне устаткування, що забезпечувало високу якість складання шестерні тягового двигуна з валом електроприводу. Впровадження нового устаткування підвищило продуктивність праці та поліщило якість

складального з'єднання, при цьому економічний ефект склав 30 тис. крб. Застосована з 1984 р. напівавтоматична установка для індукційно-теплого знімання підшипникових кілець і лабіринтів з осей на цьому ж підприємстві дозволила за рахунок наявності автоматичного відключення нагріву, при досягненні необхідної температури, виключити перегрівання деталей, що дало можливість їхнього повторного використання. Крім того, одночасне знімання кілець і лабіринтів з двох боків вісі підвищило продуктивність праці, усунуло ручну працю, поліпшило умови роботи [28].

У 1984 р. на Камиш-Бурунському залізорудному комбінаті (м. Керч), складання бандажів із колісними центрами до впровадження індукційно-нагрівального устаткування, здійснювалося шляхом його попереднього нагріву пальником. Ця операція супроводжувалася значними витратами ручної праці. Крім цього, через нерівномірність нагріву виникала можливість деформації бандажу і, як наслідок, перекося та заклинювання у процесі складання. Розбирання здійснювалося також вручну, шляхом нагріву бандажу пальником. Індукційний нагрів бандажів значно скоротив час термовпливу та підвищив рівномірність його розподілу, що зменшило можливість перекосів при складанні. У разі виникнення перекося бандаж міг бути знятим на цій же установці та використаний повторно. Застосування обладнання індукційного нагріву дозволило підвищити продуктивність праці [29].

У 1985 р. на ДЛРЗ впроваджено нову індукційну установку для швидкісного нагріву бандажів колісних пар. На відміну від застарілої установки, у новій усунено консольно-поворотний механізм підйому та відведення внутрішнього індуктора. Переміщення внутрішнього індуктора здійснювалося трьома пневмоциліндрами, лише у вертикальній площині. Це дозволило істотно зменшити металоконструкцію установки та її габарити. Завдяки усуненню механізму повороту індуктора та приводу повороту верхніх магнітопроводів збільшилася надійність і довговічність роботи нової установки в середньому в 1,7–1,8 разів [30, с. 16].

Результатом виконання цих робіт стало створення високопродуктивних керованих технологій термічного вилучення легкоплавких речовин з виробів вісесиметричної форми для їхньої утилізації, а також індукційного устаткування для нагріву, мобільного модульного типу для їхньої реалізації. У межах цих робіт захищено кандидатську дисертацію Маркіним О. М. [31].

Таким чином, визначено важливість використання технологій складально-розбиральних процесів з використанням індукційного нагріву в машинобудуванні. Окреслено внесок видатного вченого, професора, доктора технічних наук Г. Я. Андрєєва у розвиток цих технологій. Висвітлено маловідомі факти його наукової діяльності. Однак, подальшого вивчення

потребують напрями досліджень його учнів та послідовників в галузі використання індукційного нагріву в складально-розбиральних процесах.

Список література. 1. Новиков М. П. Сборка машин и механизмов / М. П. Новиков. – М. : Машгиз, 1951. – 583 с. 2. Лесохин А. Ф. Допуски и технические измерения / А. Ф. Лесохин. – М. : Машгиз, 1951. – 632 с. 3. Добровольский В. А. Детали машин / В. А. Добровольский. – К. : Госизтехлит УССР, 1950. – 778 с. 4. Зобнин Н. П. Обработка и запрессовка колесных пар / Н. П. Зобнин М. : Трансжелдориздата НКПС, 1944. – 92 с. 5. Мелькунов А. И. К вопросу о запрессовке тендерных осей / А. И. Мелькунов, А. Ф. Занкевич // Транспортное машиностроение – 1938. – № 14. – С. 25–32. 6. Зенкин А. С. Сборка неподвижных соединений термическими методами. / А. С. Зенкин, Б. М. Арпентьев – М. : Машиностроение, 1987. – 128 с. 7. Мордвинцев Л. А. Транспорт в машиностроении / Л. А. Мордвинцев // Транспортное машиностроение – 1929. – № 2/16 – С. 9–14. 8. Манюк Л. П. О качестве запрессовки колес / Л. П. Манюк // Транспортное машиностроение – 1938. – № 12. – С. 14–21. 9. Энциклопедический справочник: Машиностроение в 15 т. / Инженерные расчеты в машиностроении 2 т. [под ред. Саверина М. А.], М. : Госнаутехизд Машлит. 1948. – 892 с. 10. Георгий Яковлевич Андреев (к 100-летию со дня рождения) : Библиографический указатель / [Сост. Артюх С. Ф., Еремина Е. И., Онуфриева Е. Н., Рыбальченко Е. Н.; науч. ред. Николаенко Н. Н.]. – Х. : УППА, 2010. – 72 с. – (Ученые УИПА – юбиляры). 11. Архів ТОВ «Турбоатом» Ф. Р-5742, оп. №1-Л, Д. №160 – Личное дело – Андреев Георгий Яковлевич с.19. 12. Архів Української інженерно-педагогічної академії, д. 1. – Отдел кадров УЗПИ. – Личное дело. – Андреев Георгий Яковлевич. – Начато 04.01.1964 г. – Окончено 07.02.1978 г. – 60 л. 13. Андреев Г. Я. Тепловая сборка колесных пар / Г. Я. Андреев – Х. : ХГУ, 1965. – 227 с. 14. Андреев Г. Я. Новое в производстве колесных пар / Г. Я. Андреев // Красное знамя – 1951. 17 ноября. – С. 3 – 4. 15. Авторське свідоцтво №109792 СССР МПС 20d 623. Способ формирования железнодорожных, трамвайных и других колесных пар / Г. Я. Андреев (СССР) № – 909/491934 ; заявл. 26.09.1952.; опубл. 14.11.1957. 16. Особистий архів Г. Я. Андреева – Копія «Акт испытаний опытной установки – стенда для расформирования колесных пар индукционно-тепловым методом типа «ИНУ-2»» арк 1. 17. Особистий архів Г. Я. Андреева – Приложение к монографии «Тепловая сборка колесных пар» арк. 284. 18. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 1019 от 20 мая 1961 г. арк 1. 19. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 64/отг от 28 мая 1961 г. арк 1. 20. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 16-06/3740 от 29 мая 1961 г. арк 1. 21. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 6145/ГТ от 14.07. 1962 г. арк 1. 22. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 396 от 2 июля 1962 г. арк 1. 23. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 16-06/3740 от 29 мая 1961 г. арк 1. 24. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 2758 от 4 марта 1964 г. арк 1. 25. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № ОГТ-5150 от 1 ноября 1963 г. арк 1. 26. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 23-23/176 от 12 ноября 1963 г. арк 1. 27. Особистий архів Г. Я. Андреева – Письмо № 13-13877 от 15 ноября 1965 г. арк 1. 28. Архів лабораторії «Термоскладання», сп. 74-106 «Исследование некоторых элементов индукционно-тепловой сборки подшипниковых узлов качения и скольжения коробок передач нефтепромысловых агрегатов, разработка, изготовление и внедрение нагревательного оборудования в производство» арк. 65. 29. Архів лабораторії «Термоскладання», сп. 78-51 «Разработка и внедрение установки с индуктором водяного охлаждения для скоростного нагрева бандажей» арк. 72. 30. Архів лабораторії «Термоскладання», сп. 84-81 «Исследование, разработка и внедрение индукционно-тепловой сборки для деталей кольцевой формы узлов горнодобывающего оборудования при производстве капитальных ремонтов» арк. 63. 31. Маркін О. М. Підвищення ефективності технології вилучення вибухонебезпечних речовин з непридатних боєприпасів: автореф. дис. здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 «Технологія машинобудування» / О. М. Маркін. – Х. – 2008. – 24 с.

Надійшла до редакції 23.05.2013 р.

Внесок професора Г. Я. Андрєєва в розвиток технології складально-розбиральних процесів із застосуванням індукційного нагріву у 50-х–70-х рр. XX ст. / Н. Л. Шелкунова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Історія науки і техніки. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 68 (1041). – С. 182–188. – Бібліогр.: 31 назва.

В статье раскрыт научный вклад профессора Г. Я. Андреева в развитие технологии сборочно-разборочных процессов в соединениях с натягом. Выявлены и освещены неизвестные факты его научной и трудовой деятельности.

Ключевые слова: машиностроение, сборочно-разборные процессы, Г. Я. Андреев, колесная пара, индукционный нагрев

In the article scientific work of professors of G. Andreeva is exposed in development of technology of assembly-confrontation processes is examined in pressure coupling. Unknown facts are found out and lighted up it scientific and labor activity.

Keywords: engineering, assembly and collapsible processes, GY Andreev, wheelset induksionniy heating